

FUEL CELL SYSTEM

Publication number: JP2002164068

Publication date: 2002-06-07

Inventor: SAITO TOMOHIRO; KAWAI TOSHIYUKI; OKAMOTO KUNIO

Applicant: DENSO CORP

Classification:

- international: **H01M8/00; H01M8/04; H01M8/00; H01M8/04; (IPC1-7): H01M8/04; H01M8/00**

- european:

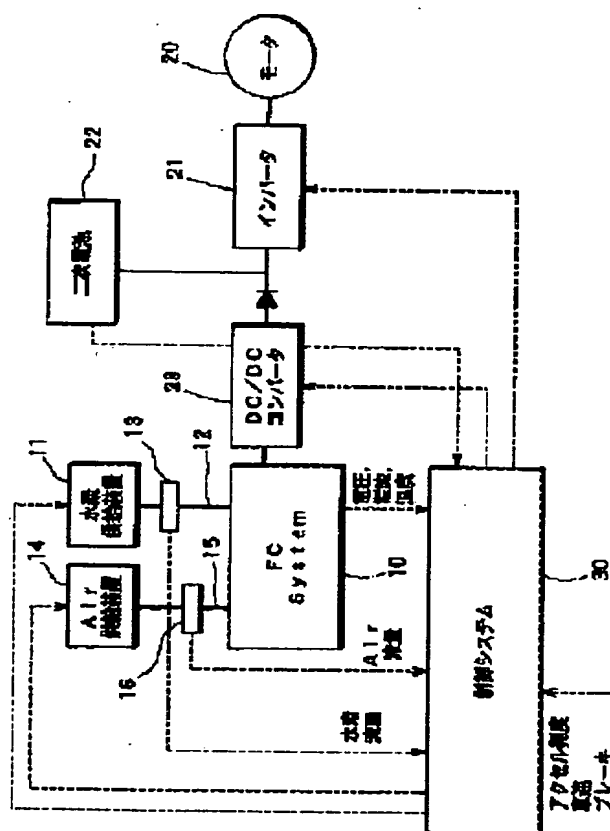
Application number: JP20000355932 20001122

Priority number(s): JP20000355932 20001122

Report a data error here

Abstract of JP2002164068

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a fuel cell system capable of preventing overdischarges due to voltage drops even if the voltage characteristics of cells constituting a fuel cell vary. **SOLUTION:** A cell voltage detecting means 17 is provided for detecting voltages output from a plurality of cells 10a constituting a fuel cell 10. When the lowest cell voltage V_{bm} of the plurality of cell output voltages detected by the detecting means 17 is equal to or less than a predetermined lower limit voltage V_{min} , the amount of hydrogen supplied to the fuel cell 10 is increased by a predetermined amount so that the lowest cell voltage V_{bm} becomes higher than the predetermined lower limit voltage V_{min} . A control part 30 is provided which calculates the amount of hydrogen supplied at a predetermined utilization factor λ of hydrogen based on a cell characteristic map on which the output currents and voltages of the cell 10a and the utilization factor of hydrogen are related with one another. The control part 30 calculates the predetermined utilization factor λ of hydrogen on the basis of the lowest cell voltage V_{bm} and the predetermined lower limit voltage V_{min} .



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

THIS PAGE BLANK (USPTO)

【特許請求の範囲】

【請求項1】 水素と酸素の供給により電力を発生する燃料電池(10)を備え、負荷(20)に電力を供給するとともに前記負荷(20)の要求電力量に応じて前記燃料電池(10)に対する水素供給量を変更する燃料電池システムであって、

前記燃料電池(10)を構成しているすべてのセル(10a)あるいは前記燃料電池(10)を構成しているセル(10a)のうち選択された複数個のセルの出力電圧を検出するセル電圧検出手段(17)を備え、前記セル電圧検出手段(17)により検出した前記複数のセル出力電圧のうち最も低い最低セル電圧(V_{bm})が所定下限電圧(V_{min})以下の場合に、前記最低セル電圧(V_{bm})が所定下限電圧(V_{min})より大きくなるように前記燃料電池(10)への水素供給量を所定量増加させることを特徴とする燃料電池システム。

【請求項2】 前記セル(10a)の出力電流と、出力電圧と、前記燃料電池(10)が所定電力を発電するのに必要な理論水素量に対する前記燃料電池(10)に実際に供給される水素量の比である水素利用率とが予め関係付けられたマップに基づいて、所定水素利用率(λ)における前記水素供給量を算出する制御部(30)を備え、

前記制御部(30)は、前記最低セル電圧(V_{bm})および前記所定下限電圧(V_{min})に基づいて前記所定水素利用率(λ)を算出することを特徴とする請求項1に記載の燃料電池システム。

【請求項3】 前記目標電流(I_{br})および前記水素利用率(λ)の所定時間当たりの変化量に制限を設けたことを特徴とする請求項2に記載の燃料電池システム。

【請求項4】 前記燃料電池(10)と並列に接続された2次電池(22)を備え、前記負荷(20)の要求電力量が前記燃料電池(10)の最大発電量を超える場合には、前記負荷(20)の要求電力量に対して前記最大発電量で不足する電力量を、前記2次電池(22)から前記負荷(20)に供給することを特徴とする請求項1ないし3のいずれか1つに記載の燃料電池システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、水素と酸素との化学反応により電気エネルギー発生させる燃料電池からなる燃料電池システムに関するもので、車両、船舶及びボータブル発電器等の移動体に適用して有効である。

【0002】

【従来の技術】 従来より、水素と酸素(空気)との電気化学反応を利用して発電を行い、負荷に電力を供給する燃料電池システムが知られている。例えば、電気自動車に搭載される燃料電池システムでは、車両走行に必要な電力を発電するために必要な水素量および酸素量を算出

し、燃料電池にガス供給を行っている。このような燃料電池は、構成単位であるセルが複数積層されたスタック構造となっており、各セルは電氣的に直列接続され各セルには同じ電流が流れる。

【0003】 図10は、燃料電池を構成するセルの出力電圧、出力電流、出力電力の関係を示したセル特性マップである。燃料電池の必要水素量および必要酸素量は、所定の水素利用率(燃料電池10に必要とされる理論水素量に対する燃料電池10に実際に供給される水素量の比) λ におけるセル特性マップ上で目標電流 I_{br} を求めた上で算出される。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 ところが、電気化学反応で発生した水分の凝縮による有効電極面積の減少等により各セルに均等に水素が供給されなくなり、セル間で電圧分布が生ずる場合がある。このような場合、図10の破線で示すように、最も電圧が低いセルが0V以下まで到達して過放電することがある。過放電の状態で大電流を流し続けると、セルを構成している電解質膜が破損するという問題がある。

【0005】 本発明は、上記問題点に鑑み、燃料電池を構成する各セルの電圧特性がばらついた場合でも、電圧低下による過放電を防止できる燃料電池システムを提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するため、請求項1に記載の発明では、水素と酸素の供給により電力を発生する燃料電池(10)を備え、負荷(20)に電力を供給するとともに負荷(20)の要求電力量に応じて燃料電池(10)に対する水素供給量を変更する燃料電池システムであって、燃料電池(10)を構成しているすべてのセル(10a)あるいは燃料電池(10)を構成しているセル(10a)のうち選択された複数個のセルの出力電圧を検出するセル電圧検出手段(17)を備え、セル電圧検出手段(17)により検出した複数のセル出力電圧のうち最も低い最低セル電圧(V_{bm})が所定下限電圧(V_{min})以下の場合に、最低セル電圧(V_{bm})が所定下限電圧(V_{min})より大きくなるように燃料電池(10)への水素供給量を所定量増加させることを特徴としている。

【0007】 これにより、燃料電池(10)の各セル(10a)の特性がばらついて、最低セル電圧(V_{bm})が所定下限電圧(V_{min})以下となった場合であっても、燃料電池(10)への水素供給量を増加させることで最低セル電圧(V_{bm})を上昇させることができ、セルの過放電を防止することができる。

【0008】 また、請求項2に記載の発明では、セル(10a)の出力電流と、出力電圧と、燃料電池(10)が所定電力を発電するのに必要な理論水素量に対する燃料電池(10)に実際に供給される水素量の比であ

る水素利用率とが予め関係付けられたマップに基づいて、所定水素利用率(λ)における水素供給量を算出する制御部(30)を備え、制御部(30)は、最低セル電圧(V_{bm})および所定下限電圧(V_{min})に基づいて所定水素利用率(λ)を算出することを特徴としている。

【0009】このように、最低セル電圧(V_{bm})および下限電圧(V_{min})に基づいて水素利用率(λ)を再設定することで、最低セル電圧(V_{bm})が下限電圧(V_{min})以下とならない範囲で、水素利用率(λ)を常に効率のよい値に設定することができる。また、水素利用率(λ)を最低セル電圧(V_{bm})と下限電圧(V_{min})との関係に基づいて水素利用率(λ)を常に変動させることで、最低セル電圧(V_{bm})が下限電圧(V_{min})以下とならないように常に余裕を持たせて水素利用率 λ を固定値にする場合に比較して、水素利用効率のよい運転が可能となる。

【0010】また、請求項3に記載の発明では、目標電流(I_{br})および水素利用率(λ)の所定時間当たりの変化量に制限を設けたことを特徴としている。これにより、目標電流値(I_{br})と水素利用率 λ が急激に変動するのを避けることができ、システムの安全性を向上させることができる。

【0011】また、請求項4に記載の発明のように、燃料電池(10)と並列に接続された2次電池(22)を備え、負荷(20)の要求電力量が燃料電池(10)の最大発電量を超える場合には、負荷(20)の要求電力量に対して最大発電量で不足する電力量を、2次電池(22)から負荷(20)に供給するように構成することができる。

【0012】なお、上記各手段の括弧内の符号は、後述する実施形態に記載の具体的手段との対応関係を示すものである。

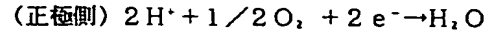
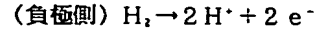
【0013】

【発明の実施の形態】(第1実施形態)以下、本発明を適用した第1実施形態を図1～図6に基づいて説明する。本実施形態は、本発明の燃料電池システムを電気自動車に適用したものである。

【0014】図1は、本実施形態の燃料電池システムの全体構成を示している。図1に示すように、本実施形態の燃料電池システムには、燃料電池(FCスタック)10、2次電池22、DC/DCコンバータ(電圧調整手段)23、制御部(ECU)30等が設けられ、車両走行用モータ(負荷)20に電力供給するように構成されている。

【0015】FCスタック10は、固体高分子電解質型の燃料電池であり、電解質膜が一对の電極で挟まれたセルが多数積層されたスタック構造となっている。FCスタック10の負極側には水素供給部11より水素供給通路12を介して水素が供給され、正極側にはエア供給部

14より空気供給通路15を介して空気(酸素)が供給されるように構成されている。FCスタック10では、以下の水素と酸素の電気化学反応が起こり電気エネルギーが発生する。



水素供給通路12にはFCスタック10に供給される水素量を検出する水素流量検出装置13が設けられており、空気供給通路15にはFCスタック10に供給される空気量を検出する空気流量検出装置16が設けられている。水素流量検出装置15および空気流量検出装置16は、それぞれのセンサ信号を制御部30に出力する。

【0016】図2はFCスタック10の拡大概略図を示している。図2に示すようにFCスタック10を構成する各セル10aは電氣的に直列接続されている。FCスタック10には、FCスタック10を構成するセル10aの出力電圧値 V_b を検出する電圧センサ(セル電圧検出手段)17と出力電流値 I_b を検出する電流センサ(電流検出手段)18が設けられている。電圧センサ17は、FCスタック10を構成する各セル10aの電圧 $V_{b1} \sim V_{bn}$ を検出できるように構成されている。電圧センサ17および電流センサ18は、それぞれのセンサ信号を制御部30に出力する。

【0017】図3は、FCスタック10に供給される水素流量を固定した場合の、セル10aの電流-電圧特性を示している。図3に示すように水素流量が一定の場合には、セル10aの電流-電圧特性 $I\sim V$ 1～ $I\sim V$ 4は直線状となる。 $I\sim V$ 1～ $I\sim V$ 4に向けて水素流量は増加している。これらの電流-電圧特性 $I\sim V$ 1～ $I\sim V$ 4を延長した見かけ上の開放電圧を理論開放電圧 V_o とする。本第1実施形態では、理論開放電圧 V_o を1.3Vとする。なお、図3中の曲線はセル10aの出力電力が等しくなる等電力曲線である。

【0018】図4は、FCスタック10を構成するセル10aの出力電力 P と出力電流 I との関係を示している。図4に示すように、出力電力-出力電流特性は水素利用率 λ に依存している。水素利用率 λ は、FCスタック10が所定電力を発電するのに必要な理論水素量に対してFCスタック10に実際に供給される水素量の比であり、水素利用率 $\lambda = (\text{理論上FCスタック10に必要な水素量}) / (\text{実際にFCスタック10に供給される水素量}) = (1 / \text{水素過剰率})$ で得られる。図4に示すように、水素利用率 λ が高いほど出力電力 P に対する出力電流 I は小さくなり、水素利用率 λ が低いほど出力電力 P に対する出力電流 I は大きくなる。

【0019】図5は、FCスタック10を構成するセル10aの出力電圧 V 、出力電流 I 、出力電力 P の関係を示したマップである。所定の水素利用率 λ (例えば80%)におけるマップ上でFCスタック10の出力制御が行われる。図5のマップに基づいて、車両走行に必要なと

なる要求出力電力 P_t および水素利用率 λ から目標電流値を算出することができる。

【0020】また、図5に示すように、FCスタック10には、セル電圧 $V_{b1} \sim V_{bn}$ の所定下限電圧 V_{min} が予め設定されている。所定下限電圧 V_{min} は、セル電圧 $V_{b1} \sim V_{bn}$ が0V以下まで低下して、過放電によりセルを構成する電解質膜が破壊されるのを防止するために設定された値である。下限電圧 V_{min} は0Vより大きい値で任意に設定できるが、本実施形態の制御を行ってから実際にセル電圧 $V_{b1} \sim V_{bn}$ が変動するまでに若干のタイムラグがあることから、下限電圧 V_{min} は余裕を持たせて設定することが望ましい。本第1実施形態では下限電圧 V_{min} を0.5Vと設定している。

【0021】FCスタックにて発生した直流電力は、インバータ21で交流電流に変換され走行用モータ20に供給される。これにより、モータ20は車輪駆動力を発生させ車両を走行させる。また、本実施形態の燃料電池システムでは、2次電池（バッテリー）22がFCスタック10と電気的に並列接続されており、FCスタック10とともに2次電池22からもモータ20に電力を供給するように構成されている。2次電池22としては、例えば一般的な鉛蓄電池を用いることができる。2次電池22には、2次電池22の充電量（SOC）を検出するSOCセンサ（図示せず）が設けられており、制御部30にSOC信号を出力する。

【0022】FCスタック10と2次電池22とを並列に接続してモータ20に電力供給する場合、両者の電位を等しくする必要がある。そこで、本実施形態ではFCスタック10側に電圧変換を行うDC/DCコンバータ23を設け、FCスタック10の電圧が2次電池22と同じ電圧になるように、DC/DCコンバータ23にて電圧変換を行っている。このような構成により、FCスタック10と2次電池22とで、モータ20への電力供給分担を行うことができる。

【0023】本実施形態の燃料電池システムでは、車両走行に必要となる走行要求電力 P_t に対してFCスタック10からの電力で不足する場合には、2次電池22より不足分の電力が供給（放電）される。また、走行要求電力 P_t に対してFCスタック10からの電力が余剰する場合には、2次電池22に余剰分の電力が蓄積（充電）される。

【0024】本実施形態の燃料電池システムには、各種制御を行う制御部30が設けられている。制御部30には、FCスタック10への水素供給量および空気供給量、FCスタック10の出力電圧 V_b および出力電流 I_b 、SOC信号、アクセル開度、車速等が入力され、水素供給部11、エア供給部14、インバータ21、DC/DCコンバータ23に制御信号を出力するように構成されている。また制御部30は、上記図5で示したFC

スタック10を構成するセル10aの出力電力 P 、出力電流 I 、出力電圧 V 、水素利用率 λ とが予め関係付けられたセル特性マップを備えている。

【0025】以下、本第1実施形態の燃料電池システムの作動を図5、図6に基づいて説明する。図6は制御部30が行う制御手順を示すフローチャートである。図6に示すように下限電圧 $V_{min}=0.5V$ 、理論開放電圧 $V_o=1.3V$ とする。

【0026】まず、水素利用率 λ を初期値 λ_1 （例えば80%）に設定する（ステップS100）。この水素利用率 λ の初期値 λ_1 は任意に設定できるが、システムの安全性を考慮し、FCスタック10に対して常に過剰な水素を供給できるように、水素利用率100%に対して若干の余裕を持たせることが望ましい。

【0027】次に、アクセル開度、車速等の信号と車重等の車両諸元に基づいて走行に必要な走行要求電力 P_t を算出する（ステップS110）。次に、図5で示したセル特性マップにより、水素利用率 λ における走行要求電力 P_t を発電するために必要な電流値 I_{br} を算出する（ステップS120）。

【0028】次に、目標電流値 I_{br} を発電するために必要となる水素量 n_{H_2} および空気量（酸素量） n_{O_2} を算出する（ステップS130）。ここで、目標電流値 I_{br} を出力するために必要な水素量 n_{H_2} （モル/秒）および酸素量 n_{O_2} （モル/秒）の算出について説明する。FCスタック10を構成する各セル10aでは、以下の電気化学反応が起こり電流が発生する。

（負極側） $H_2 \rightarrow 2H^+ + 2e^-$

（正極側） $2H^+ + 1/2O_2 + 2e^- \rightarrow H_2O$

そして、FCスタック10の各セルでは、水素1モル/秒および酸素0.5モル/秒から取り出せる電流は $2 \times 96500A$ であり、これにセルの積層数を乗じた値がFCスタック10全体から取り出せる電流である。従って、目標電流値 I_{br} を出力するために必要な水素量 n_{H_2} （モル/秒）および酸素量 n_{O_2} （モル/秒）は、以下の数式から求めることができる。

【0029】必要水素量 n_{H_2} は、 $2 \times 96500 \times n_{H_2} = I_{br}$ となり、従って $n_{H_2} = I_{br} / (2 \times 96500)$ となる。また、必要酸素量 n_{O_2} は、 $2 \times 96500 \times 2 \times n_{O_2} = I_{br}$ となり、従って $n_{O_2} = I_{br} / (4 \times 96500)$ となる。

【0030】次に、上記ステップS130で算出した必要水素量 n_{H_2} および必要酸素量 n_{O_2} をFCスタック10に供給するように、水素供給部11および空気供給部14に制御信号を出力する（ステップS140）。

【0031】次に、電圧センサ17および電流センサ18により、現在の各セル10aの電圧 $V_{b1} \sim V_{bn}$ およびFCスタック10の電流 I_b を検出する（ステップS150）。検出したセル電圧 $V_{b1} \sim V_{bn}$ のいずれかが下限電圧 V_{min} 以下であるか否か、すなわち検出

10

20

30

40

50

したセル電圧 $V_{b1} \sim V_{bn}$ のうち最も電圧の低い最低セル電圧 V_{bm} が下限電圧 V_{min} 以下であるか否かを判定する(ステップS160)。

【0032】図6中④のように最低セル電圧 V_{bm} が下限電圧 V_{min} 以下である場合には、図6中⑤のように最低セル電圧 V_{bm} を下限電圧 V_{min} まで上げるように目標電流値 I_{br} および水素利用率 λ を再設定する(ステップS170、S180)。目標電流値 I_{br} は、セル電圧 $V_{b1} \sim V_{bn}$ を上げるために小さくなるように再設定される。また、再設定後の水素利用率 λ' も再設定前(前回の制御時)の水素利用率 λ より低く設定される。

【0033】上記ステップS170、S180における目標電流値 I_{br} および水素利用率 λ の再設定を図6に基づいて具体的に説明する。図6中⑤で示すように、現在の出力電圧 $I_b = 235A$ 、最低セル電圧 $V_{bm} = 0.1V$ 、水素利用率 $\lambda = 80\%$ であるとする。

【0034】再設定後の目標電流値 I_{br}' は、 $I_{br}' = I_b \times (\text{理論開放電圧 } V_o - \text{下限電圧 } V_{min}) / (\text{理論開放電圧 } V_o - \text{最低セル電圧 } V_{bm})$ で求めることができ、 $I_{br}' = 230A \times (1.3V - 0.5V) / (1.3V - 0.1V) = 153A$ となる(ステップS170)。

【0035】また、再設定後の水素利用率 λ' は、再設定後の目標電流値 I_{br}' のときの必要水素量 n_{H_2} と現在電流値 I_b のときの必要水素量 n_{H_2} の比から求めることができる(ステップS180)。従って、 $\lambda' = \lambda \times (n_{H_2}(I_{br}') / n_{H_2}(I_b)) = 0.8 \times (153 / 230) = 0.53$ となる。

【0036】以上により、図6中⑥で示すように、再設定後の目標電流値 $I_{br}' = 153A$ 、再設定後の水素利用率 $\lambda' = 53\%$ となる。

【0037】一方、セル電圧 $V_{b1} \sim V_{bn}$ のすべてが下限電圧 V_{min} を上回っている場合であっても、水素利用率 λ が初期値 λ_1 を下回っていれば、上記ステップS170、S180の目標電流値 I_{br} および水素利用率 λ の再設定を行う(ステップS190)。システムの効率上、水素利用率 λ は高い方が望ましいため、前回の制御時での水素利用率 λ の再設定により、水素利用率 λ が初期値 λ_1 を下回っている場合には、水素利用効率向上のために水素利用率 λ が再設定される。

【0038】次に、FCスタック10に現在供給されている水素量および空気量を検出する(ステップS200)。ステップS200で検出した水素量および空気量に基づいて発電可能な電流値 I_{ba} を算出し(ステップS210)、FCスタック10の出力電流が発電可能電流値 I_{ba} となるようにDC/DCコンバータ22により電力分配制御を行う(ステップS220)。

【0039】走行用モータ20の要求電力量がFCスタック10の発電可能な最大発電量を超える場合には、走

行用モータ20の要求電力量に対して最大発電量で不足する電力量が2次電池22から供給される。一方、FCスタック10の発電可能な最大発電量が走行用モータ20の要求電力量を超える場合には、走行用モータ20の要求電力量に対する余剰電力量は2次電池22の充電に用いられる。

【0040】以降、ステップS110～ステップS220の制御を繰り返して行う。上記ステップS180で再設定された水素利用率 λ を用い、ステップS120では図5のマップを用い、再設定された水素利用率 λ におけるマップ上で走行要求電力 P_t から目標電流 I_{br} が求められ、ステップS130で必要水素量 n_{H_2} が算出される。上記ステップS160でセル最低電圧 V_{bm} が下限電圧 V_{min} 以下となった場合には、最低セル電圧 V_{bm} が下限電圧 V_{min} を下回らないように水素利用率 λ が低く再設定される。これにより、必要水素量 n_{H_2} が増加することとなる。

【0041】以上、本第1実施形態によれば、FCスタック10の各セル10aの特性がばらついて、最低セル電圧 V_{bm} が下限電圧 V_{min} 以下となった場合であっても、水素利用率 λ を再設定して水素供給量を増加させることで、最低セル電圧 V_{bm} が下限電圧 V_{min} を下回らないようにすることができ、セルの過放電を防止することができる。

【0042】また、最低セル電圧 V_{bm} および下限電圧 V_{min} に基づいて水素利用率 λ を再設定することで、最低セル電圧 V_{bm} が下限電圧 V_{min} 以下とならない範囲で、水素利用率 λ を常に効率のよい値に設定することができる。

【0043】このように、水素利用率 λ を最低セル電圧 V_{bm} と下限電圧 V_{min} との関係に基づいて水素利用率 λ を常に変動させることで、最低セル電圧 V_{bm} が下限電圧 V_{min} 以下とならないように常に余裕を持たせて水素利用率 λ を固定値にする場合に比較して、水素利用効率のよい運転が可能となる。

【0044】(第2実施形態)次に、本発明の第2実施形態を図7のフローチャートに基づいて説明する。本第2実施形態は、上記第1実施形態と比較して、ステップS170で算出する目標電流値 I_{br} の変化量に時間的制限を設けている点異なる。上記第1実施形態と同様の部分については同一の符号を付して説明を省略する。

【0045】図7に示すように、上記第1実施形態と同様にステップS170で目標電流値 I_{br} を修正した後、前回制御時の目標電流値 I_{br}' から今回の目標電流値 I_{br} への変化量が、予め設定された変化量制限値 I_{limit} を超えているか否かを判定する(ステップS171)。具体的には、 ΔI_{br} が前回の目標電流値 I_{br}' と今回の目標電流値 I_{br} との差であり、 Δt が制御周期であるとした場合に、 $|\Delta I_{br} / \Delta t| > \text{変化量制限値 } I_{limit}$ であるか否かを判定する。

10

20

30

40

50

【0046】この結果、目標電流値 I_{br} の変化量が変化量制限値 $limit$ を超えていれば、目標電流値 I_{br} の変化量を変化制限値 $limit$ に抑える（ステップS172）。具体的には、 $\Delta I_{br} > 0$ であれば $I_{br} = I_{br'} + limit$ となり、 $\Delta I_{br} < 0$ であれば $I_{br} = I_{br'} - limit$ となる。

【0047】以下、上記第1実施形態と同様にステップS180で水素利用率 λ の再設定を行う。これにより、目標電流値 I_{br} と水素利用率 λ の時間的な変化量に制限を設け、目標電流値 I_{br} と水素利用率 λ が急激に変動するのを避けることができ、システムの安全性を向上させることができる。

【0048】（第3実施形態）次に、本発明の第3実施形態を図8のフローチャートに基づいて説明する。本第3実施形態は、上記第1実施形態と比較して、最低セル電圧 V_{bm} が下限電圧 V_{min} をまたぐ場合に、本発明の制御を遅らせる点が異なる。上記第1実施形態と同様の部分については同一の符号を付して説明を省略する。

【0049】図8に示すように、上記第1実施形態と同様にステップS160でセル電圧 $V_{b1} \sim V_{bn}$ のいずれかが下限電圧 V_{min} 以下か否かを判定し、最低セル電圧 V_{bm} が下限電圧 V_{min} 以下である場合には、さらに、前回制御時のセル電圧 $V_{b1} \sim V_{bn}$ のいずれかが下限電圧 V_{min} 以下であったか否かを判定する（ステップS160）。すなわち、連続して $V_{bm} \leq V_{min}$ となったか否かを判定する。

【0050】この結果、最低セル電圧 V_{bm} が下限電圧 V_{min} 以下であって、前回制御時にも最低セル電圧 V_{bm} が下限電圧 V_{min} 以下であった場合には、目標電流値 I_{br} および水素利用率 λ の再設定が行われる。一方、最低セル電圧 V_{bm} が下限電圧 V_{min} 以下であっても、前回制御時にも最低セル電圧 V_{bm} が下限電圧 V_{min} 以下でなかった場合には、目標電流値 I_{br} および水素利用率 λ の再設定が行われない。

【0051】これにより、最低セル電圧 V_{bm} が下限電圧 V_{min} をまたいで変動する場合であっても、目標電流値 I_{br} と水素利用率 λ が頻繁に変動するのを避けることができ、システムの安定性を向上させることができる。

【0052】（他の実施形態）なお、上記各実施形態で

は、図1に示すようにDC/DCコンバータ23をFCスタック10側に設けたが、これに限らず、図9に示すようにDC/DCコンバータ23は2次電池22側に設けても上記各実施形態と同様の効果を得ることができる。

【0053】また、上記各実施形態では、図2に示す電圧センサ（セル電圧検出手段）17によりFCスタック10を構成するすべてのセル10aの電圧を検出したが、これに限らず、FCスタック10を構成するセル10aのうち複数のセル10aを選択し、選択したセル10aの電圧のみを検出するように構成してもよい。このとき、FCスタック10の構成上、電圧の低くなりやすいセル10aを選択することが望ましい。

【図面の簡単な説明】

【図1】上記第1実施形態の燃料電池システムの全体構成を示す概念図である。

【図2】図1の燃料電池システムのFCスタック10の拡大概念図である。

【図3】FCスタックを構成するセルの出力電圧と出力電流の関係を示す特性図である。

【図4】FCスタックを構成するセルの出力電力と出力電流との関係を示す特性図である。

【図5】FCスタックを構成するセルの出力電力、出力電流、出力電力、水素利用率の関係を示す特性図である。

【図6】上記第1実施形態の燃料電池システムの制御手順を示すフローチャートである。

【図7】上記第2実施形態の燃料電池システムの制御手順を示すフローチャートである。

【図8】上記第3実施形態の燃料電池システムの制御手順を示すフローチャートである。

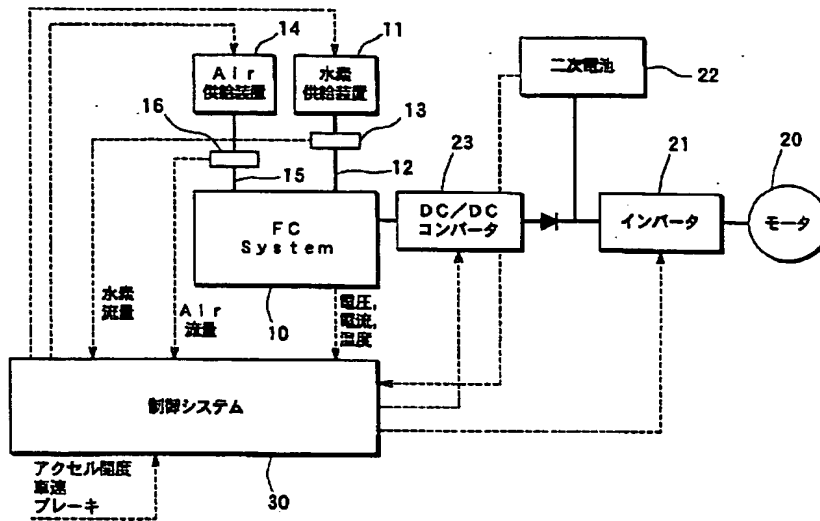
【図9】本発明の燃料電池システムの変形例を示す概念図である。

【図10】従来技術におけるFCスタックを構成するセルの出力電圧、出力電流の関係を示す図である。

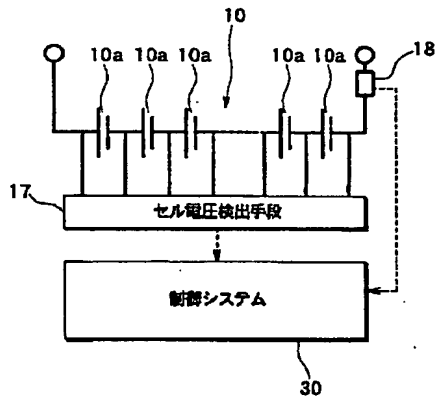
【符号の説明】

10…FCスタック（燃料電池）、17…電圧センサ（セル電圧検出手段）、20…走行用モータ（負荷）、21…インバータ、22…2次電池、23…DC/DCコンバータ（電圧調整手段）、30…制御装置。

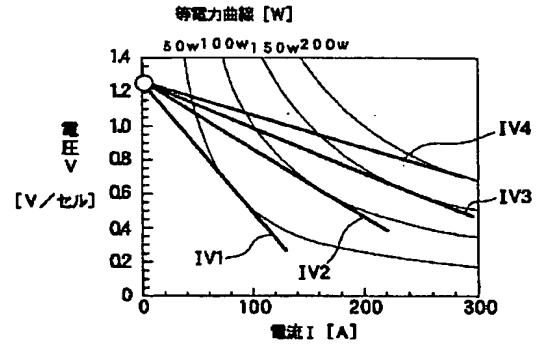
【図1】



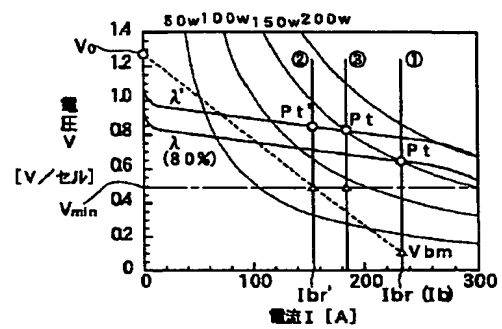
【図2】



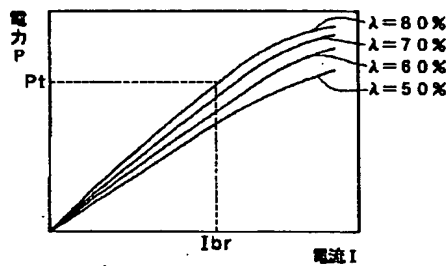
【図3】



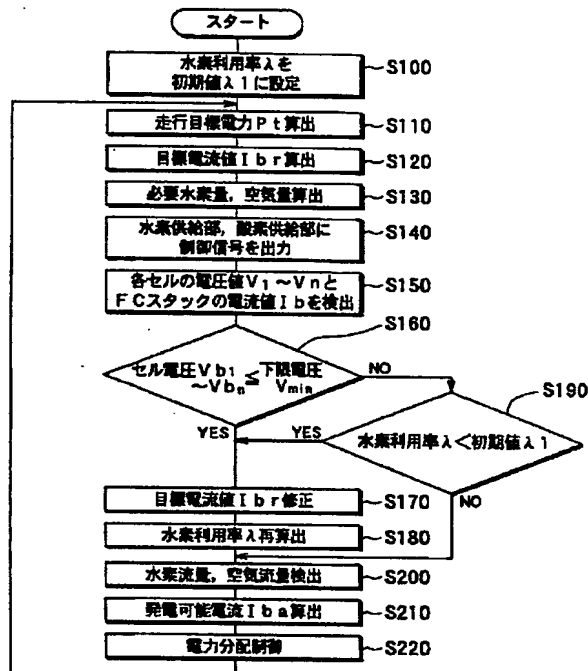
【図5】



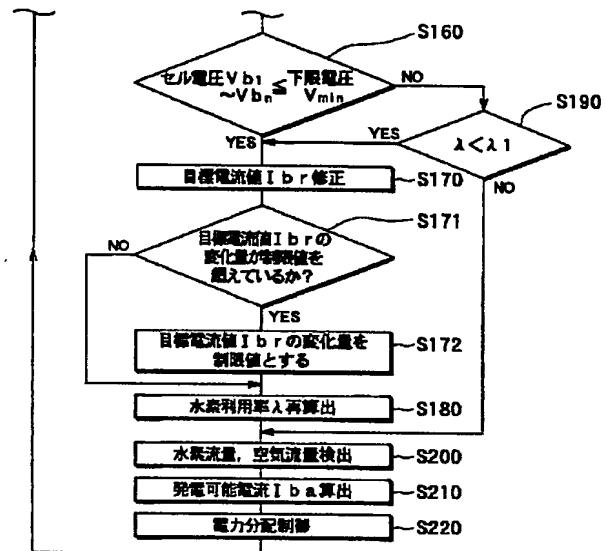
【図4】



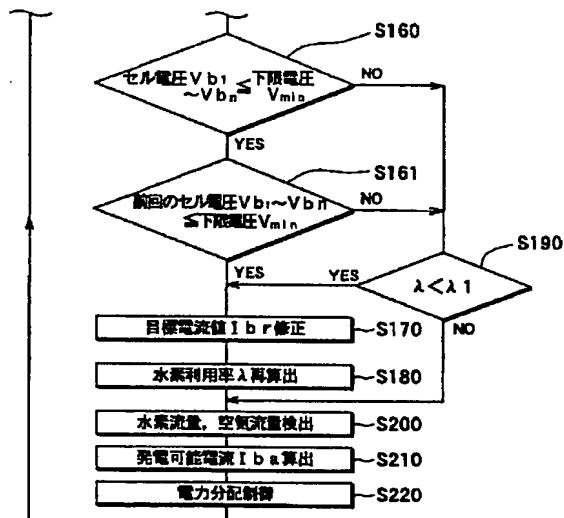
【図6】



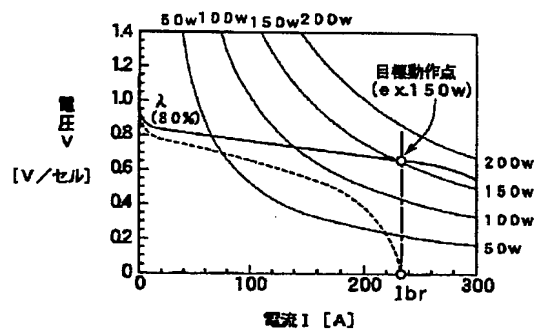
【図7】



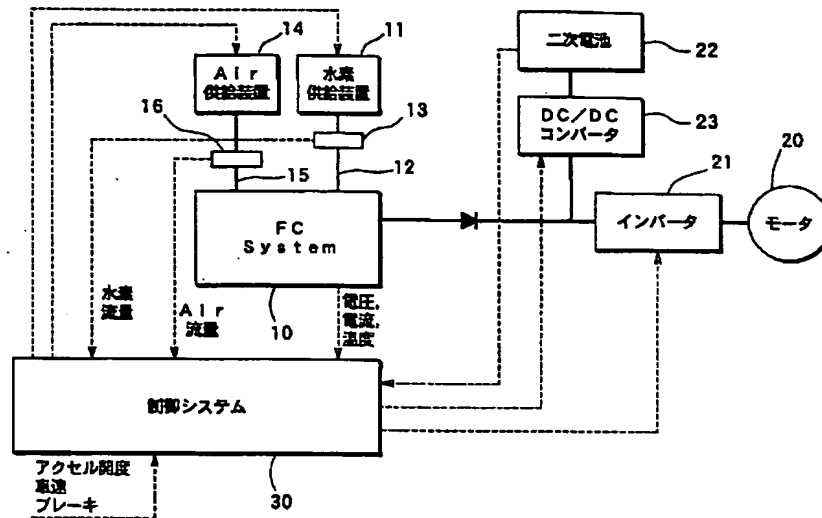
【図8】



【図10】



【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 岡本 邦夫
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
社デンソー内

Fターム(参考) 5H027 AA06 DD03 KK51 KK54 KK56
MM09 MM26

BEST AVAILABLE COPY

THIS PAGE BLANK (USPTO).